

Таким образом, результаты, полученные в ходе выполненных исследований, позволяют сделать выводы о возможности применения БПЛА для решения задач топографии и прикладной геодезии. Фактически, БЛА становится инструментом, средством измерения аналогично тахеометру и лазерному сканеру. Применение БПЛА-технологий позволяет оперативно получать качественные, объективные материалы и достигать положительных результатов.

### *Библиографический список*

1. Чудинов С.А. Современные геодезические приборы при изысканиях и строительстве автомобильных дорог [Электронное издание]: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Неволин Д.Г., Дмитриев В.Н., Кошкарров Е.В. и др. Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог: монография / Под ред. Д.Г. Неволлина, В.Н. Дмитриева. Екатеринбург: УрГУПС, 2015. 291 с.

УДК 625.85

Маг. С.М. Чигорин  
Рук. Н.А. Гриневич  
УГЛТУ, Екатеринбург

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА**

Асфальтобетон является наиболее распространенным материалом для устройства дорожных покрытий. Однако под воздействием возрастающих транспортных нагрузок и факторов окружающей среды срок службы асфальтобетонных покрытий недостаточно высок. В связи с этим основной целью проектирования составов асфальтобетона является создание оптимальной структуры с заранее заданными свойствами, которые позволили бы обеспечить требуемые характеристики и долговечность устраиваемого дорожного покрытия.

Для достижения этой цели принято решать специальные задачи, связанные с испытаниями асфальтобетона и прогнозированием работоспособности асфальтобетонных слоев в дорожных конструкциях. В ряде стран на государственном уровне финансировались стратегические научно-исследовательские программы, направленные на разработку новых методов проектирования составов и оценки эксплуатационных свойств асфальтобетона.

Одной из актуальных проблем на сегодняшний день остается методика уплотнения асфальтобетона в лабораторных условиях. В течение 50 последних лет российские дорожники используют стандартную технологию переформовки и подбора состава асфальтобетона в лаборатории, легко доступным гидравлическим прессом и жестким металлическим стаканом, которые в случае работы со щебенистыми смесями дополняются простейшим вибростолом для комбинированного уплотнения сначала на вибростоле, а затем на прессе при давлении 20 МПа.

Известно, что наиболее быстро материалы деформируются и уплотняются в том случае, когда к ним прикладываются циклические усилия с поочередно повторяющимися нагружениями и разгрузками. Примером такого воздействия являются катки на устройстве покрытия или зарубежные лабораторные приборы для уплотнения грунта и асфальтобетона (приборы Проктора, стандартного уплотнения грунта СоюздорНИИ, Маршалла, гиратор и др.), и когда частицам уплотняемого материала предоставляется некоторая свобода или возможность вертикального и горизонтального смещения относительно друг друга [1].

В жесткой лабораторной форме при непрерывно действующем статическом давлении пресса вместо чередующихся циклов нагрузка-разгрузка частицы асфальтобетонной смеси такой свободы практически не имеют.

В настоящее время особую актуальность приобретает совершенствование методов испытаний и обоснование оптимальных требований к эксплуатационным свойствам асфальтобетона. В течение 50 последних лет российские дорожники используют стандартную технологию переформовки и подбора состава асфальтобетона в лаборатории легко доступным гидравлическим прессом и жестким металлическим стаканом, которые в случае работы со щебенистыми смесями дополняются простейшим вибростолом для комбинированного уплотнения (сначала на вибростоле, а затем на прессе при давлении 20 МПа).

После некоторой начальной осадки материал образца попадает в зажатое вертикальное положение, хотя способность его к уменьшению пористости и дальнейшему уплотнению еще не исчерпаны. В итоге плотность такого образца оказывается меньше, чем могла быть при его уплотнении по методу Маршалла или в гираторе. Поэтому за счет уменьшенного значения знаменателя и получаются у образцов асфальтобетона из покрытия значения  $K_v$ , превышающие 1,0 или 100 % [2].

При сравнении стандартных методов уплотнения, описанных в ГОСТ 12801, с методами зарубежными, можно наблюдать разность методик и качество уплотнения. При исследовании асфальтобетонной смеси на новом оборудовании по методу Маршалла согласно ПНСТ (таблица), было обнаружено, что при применении новейших средств уплотнения асфальтобетон получается более плотным в сравнении со стандартными методиками уплотнения по ГОСТ 12801.

Результаты испытаний смесей

Наименование показателя	Требования ПНСТ	A16BT уплотнение 70 ударов Маршалл	Уплотнение по ГОСТ 12801 Вибростол + 20МПа
Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Не норм.	2,67	2,64
Содержание воздушных пустот, %	от 2,5 до 4,5	3,1	4,0
Пористость минерального заполнителя, %, не менее	14	14,7	-
Количество пустот, наполненных вяжущим, %	67-77	71	-
Водонасыщение, % от объема - для образцов, приготовленных в лаборатории	от 1,5 до 4,0	2,9	3,7
Средняя пропорциональная глубина колеи, %	5,0	2,8	-
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	7,5	11	-
Предельная относительная деформация, не менее	0,005	0,01	-
Угол наклона кривой колееобразования, мм/1000 цикл.	0,05	0,05	-
Истираемость ABR, не более (Prall)	28	26	-
Остаточная прочность после воздействия реагентов, не менее	75	90	-
Разрушающая нагрузка по Маршаллу, кН, не менее	5,0	6,8	5,9
Деформация по Маршаллу, мм	2,0-4,0	3,1	2,7
Сопротивление течению по Маршаллу, кН/мм, не менее	2,2	2,4	-
Водостойкость, не менее	0,85	0,9	0,87
Пыль/вяжущее	0,6-1,6	1	-

При сравнении перспективного метода испытания с существующим по ГОСТ (см. таблицу) видно, что перспективные методы испытаний, а именно уплотнение смеси A16BT по Маршаллу, показывают лучшие результаты в сравнении со стандартными испытаниями по ГОСТ 12801 и вибростолом с нагрузкой 20 МПа. Кроме того некоторые показатели вообще невозможно сравнить, т.к. в ГОСТ 12801 не прописаны требования к таким испытаниям.

Таким образом, установлено, что увеличение коэффициента уплотнения асфальтобетона сверх минимальной нормы на 1 % обеспечивает:

- рост прочности на растяжение при изгибе на 8,5 %;
- повышение предельной деформации растяжения при изгибе на 21–22 %;

- снижение остаточной пористости примерно в 1,15 раза;
- рост усталостной и сдвиговой прочности примерно в 1,3–1,5 раза.

*Библиографический список*

1. Радовский Б.С. Проектирование состава асфальтобетонных смесей в США по методу Суперпейв // Дорожная техника, 2012. С. 12–23.
2. Гриневич Н.А. Дорожно-строительные материалы: учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. 97 с.

УДК 625.855.3

Студ. Е.Е. Чупров  
Рук. С.А. Чудинов  
УГЛТУ, Екатеринбург

**ПРИМЕНЕНИЕ ЦВЕТНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА  
В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Одним из важнейших назначений дорожного покрытия наравне с обеспечением требуемых транспортно-эксплуатационных характеристик стоит организация дорожного движения. Современной технологией организации дорожного движения совместно с традиционными техническими средствами (дорожной разметкой и указателями) является применение цветного асфальтобетона.

Асфальтобетонная смесь – это рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня (гравия) и песка с минеральным порошком или без него) с битумом, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии [1]. Структура цветного асфальтобетона почти не отличается от обычного в отличие от компонентного состава. Выбор вяжущего основывается на его светлости или прозрачности. Чаще всего выбор падает на нефтеполимерные и термопластичные смолы, осветленное битумное вяжущее и бесцветные органические вяжущие эпоксидные смолы, полиэфирные смолы, канифоль, а также другие синтетические вяжущие. В качестве красящего пигмента преимущественно используют неорганический пигмент ввиду его дешевизны и более высоких эксплуатационных показателей в сравнении с органическим пигментом. К неорганическим относятся: оксид хрома (зеленый оттенок), оксид железа (красный оттенок), синий кобальт (синий оттенок), желтый свинцовый крон (желтый оттенок). Стоит отметить, что пигмент выполняет не только роль красителя, но и роль минерального порошка. Минеральный наполнитель лучше выбирать того же оттенка что и красящий пигмент, чтобы во время экс-